Office des
professions
du Québec

L'ÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE ET LA PROFESSION D'INGÉNIEUR

André DESGAGNÉ, président
de l'Office des professions
du Québec.

Notes pour une allocution prononcée
au 9e Colloque Augustin-Frigon,
à Montréal, le jeudi 8 mai 1980.

930, chemin Sainte-Foy
Bureau 780
Québec, QC
G1S 2L4

Introduction: le problème du rapport entre la technologie et l'homme.

1. L'évolution technologique:

   1.1 La belle époque de la technologie optimale: le passé.

   1.2 Une technologie humanisée: la technologie de l'avenir.

2. L'évolution consécutive du rôle de l'ingénieur:

   2.1 La préparation de l'ingénieur: sa formation.

   2.2 L'exercice de l'ingénierie:

      2.2.1 Le champ d'exercice.

      2.2.2 L'éthique professionnelle.

Conclusion: la nécessité d'harmoniser le développement technologique autour d'un centre commun: l'homme.

Introduction: le problème du rapport entre la technologie et l'homme

La technologie, comme chacun sait, est à la fois multiforme et omniprésente. Son développement fut particulièrement remarquable au cours des dernières décennies. Elle s'est manifestée avec vitalité surtout dans le domaine des transports terrestres, maritimes ou aériens, dans celui de la production énergétique, des communications et de l'informatique. Elle a envahi aussi des domaines dont elle était naguère relativement exclue. Partout elle s'est développée selon un rythme de croissance élevé et sans cesse accéléré.

On entend souvent dire qu'il faut chercher dans la profonde transformation que l'ère de la technique apporte à notre mode de vie et à notre monde environnant la source des crises qui ébranlent notre temps. A vrai dire, comme l'a fait remarquer Heisenberg (1), ce jugement est antérieur à la technique des temps modernes. Heisenberg rappelle qu'il y a deux millénaires et demi, le savant chinois Dschuang Dsi parlait déjà du danger de l'emploi des machines pour l'homme et il cite un passage de ses écrits qui est important pour notre propos:

> "Lorsque Dsi Gung traversa la région au nord de la rivière Han, il vit un vieil homme qui travaillait dans son potager. Il y avait aménagé des rigoles d'irrigation. Il descendait lui-même dans le puits et remontait dans ses bras un récipient plein d'eau qu'il vidait dans les rigoles. Tout en se donnant une peine extrême, il n'aboutissait qu'à peu de chose.
>
> Dsi Gung dit: Il existe un moyen d'irriguer cent rigoles en un seul jour. Avec peu de peine on arrive à de grands résultats. Ne veux-tu pas l'utiliser? Le jardinier se redressa, le regarda et dit: Et que serait-ce?
>
> Dsi Gung dit: On prend un levier de bois, lourd à l'arrière et léger à l'avant. C'est ainsi que l'on peut puiser de l'eau à profusion. On appelle cela un puits à chaîne.

---

(1) Werner Heisenberg, La nature dans la physique contemporaine.

> La colère monta à la figure du vieux qui dit en riant: J'ai entendu dire mon maître: Celui qui utilise des machines exécute machinalement toutes ses affaires; celui qui exécute machinalement ses affaires se fait un coeur de machine. Or celui qui porte un coeur de machine dans sa poitrine perd sa pure innocence. Celui qui a perdu sa pure innocence devient incertain dans les mouvements de son esprit. L'incertitude de l'esprit ne peut s'accorder avec le sens vrai. Ce n'est pas que j'ignore ces choses - j'aurais honte de m'en servir".

Comme on le voit, les hommes ont été obligés de méditer dès l'apparition, sous une forme primitive, de la technique et des machines, sur la même question qui nous préoccupe aujourd'hui, à savoir le développement technologique et l'homme.

Votre profession a déjà bien amorcé la réflexion non seulement dans les publications destinées au grand public mais aussi dans les revues spécialisées et à l'occasion de colloques comme celui-ci ou de congrès comme celui que tiendra prochainement l'Ordre des ingénieurs.

1. L'ÉVOLUTION TECHNOLOGIQUE

Du point de vue de l'observateur externe que nous sommes, le rapport entre la technologie et l'homme est directement fonction du dialogue que son auteur, l'ingénieur, entretient avec la société: selon que celle-ci lui impose plus ou moins de contraintes, le développement technologique se rapprochera plus ou moins de l'optimum.

Ainsi, on peut dire que les dernières décennies représentent la belle époque de la technologie optimale, cependant que l'avenir est à la technologie humanisée, selon l'expression de Schumacher, ou la technologie "appropriée", si l'on préfère le qualificatif en faveur aux Nations-Unies.

1.1 La belle époque de la technologie optimale: le passé

La société occidentale a connu, au cours du dernier siècle, un extraordinaire développement technologique. Ce fut d'abord l'essor d'une technologie des machines à vapeur qui permit d'exploiter l'énergie du charbon comme force motrice pour les usines, les transports par chemin de fer et les transports maritimes.

La machine à vapeur fut par la suite supplantée par le moteur à combustion interne, qui a amené l'essor de l'automobile et de l'avion; puis l'essor de l'industrie pétrolière qui alimente cette technologie a débouché lui-même sur toute une gamme de nouveaux matériaux à base pétrochimique. En même temps, l'électricité en vint à occuper une place prépondérante, tant comme force motrice que pour les commandes automatiques, les communications et une foule d'applications toujours plus complexes et plus diversifiées.

Ainsi, chaque pas en avant dans le domaine des matériaux, des machines ou des techniques se répercutait en s'amplifiant dans des secteurs toujours plus vastes. En somme, tout ce qui était techniquement réalisable était effectivement réalisé sous la seule réserve que ce fût économiquement rentable.

Que devint la profession d'ingénieur pendant ce temps?

Se définissant d'abord et avant tout comme un savoir-faire technique, l'ingénierie a toujours fait bon ménage avec les agents économiques, qu'ils soient consommateurs ou producteurs. S'accommodant aisément de contraintes économiques, l'ingénieur ne fut pas moins, indubitablement, le maître-d'oeuvre du développement technologique.

Mais c'est surtout sous son rapport avec la science que la profession a dû faire preuve d'une grande capacité d'adaptation. En effet, l'extraordinaire explosion technologique qui a accompagné la seconde guerre mondiale, les réalisations comme les centrales nucléaires, le radar, les moteurs à réaction et les fusées, pour ne mentionner que les plus spectaculaires, ont été rendues possibles grâce au développement encore plus extraordinaire qu'ont alors connu les sciences de base comme la physique, la chimie et les mathématiques.

Le programme de formation de l'ingénieur a dû être transformé en conséquence. L'accent y a été mis sur les sciences de base et de nombreuses "recettes" du savoir-faire antérieur ont été reléguées aux oubliettes.

1.2 Une technologie humanisée: la technologie de l'avenir

Aujourd'hui, l'on s'aperçoit que le gigantisme des systèmes qui résulte du développement optimal de la technologie dans l'aérospatiale, les transports maritimes, l'industrie pétro-chimique, l'énergie nucléaire et l'informatique, par exemple, peut menacer d'épuisement les ressources de la planète, l'encombrer de déchets, perturber la société et engendrer, comme il arrive déjà parfois, de grandes catastrophes.

Le présent est ainsi marqué par l'entrée en jeu de nouvelles valeurs qui exercent une rétroaction sur l'évolution technologique et des interdépendances multiples résultent de l'ampleur même des système technologiques existants.

Désormais, les contraintes externes que subit le développement technologique ne sont plus seulement d'ordre économique; elles ont, en outre, une dimension culturelle, sociale et politique. En somme,la technologie est partie intégrante de l'écosystème.

Ces contraintes, pour n'être pas techniques, ne sont pas moins importantes que celles qui ont marqué l'époque d'après-guerre.

Déjà l'idée de la planification par l'État des grands équipements collectifs — on pense, par exemple, à l'exploitation des sources d'énergie, à la construction d'autoroutes ou d'aéroports, aux télécommunications et à l'informatique — concrétisait un moyer de contrôle sur le développement technologique visant à la rationalisation des dépenses et à l'harmonisation des ouvrages. Mais, désormais, les objectifs visés s'ouvrent sur de nouvelles perspectives englobant la conservation des ressources, la protection de l'environnement, la qualité de la vie, en somme, l'humanisation de la technologie.

Les moyens de contrôle aussi se diversifient incluant des règlements nombreux, des études d'impacts, des commissions et conseils, des audiences publiques et même de grands débats politiques. Ajoutons encore à cela les mouvements populaires, les manifestations contestataires qui véhiculent souvent des préoccupations nouvelles s'exprimant parfois avec ferveur.

Il est sans doute encore trop tôt pour prévoir de façon précise l'aboutissement de ces initiatives et il est d'ailleurs certain que les structures institutionnelles qui en résulteront épouseront les traditions et les choix sociaux qui sont propres à chaque peuple et à chaque pays, malgré la tendance à la "standardisation" qui s'impose souvent à l'échelle mondiale. Toutefois, les dimensions humaines et sociales du développement technologique ne sont encore prises en compte, le plus souvent, que par des moyens de fortune.

Même dans des pays comme la France qui ont une tradition de planification, ces préoccupations n'ont guère été intégrées aux institutions en place et elles trouvent plutôt leur expression, comme partout ailleurs, dans des manifestations publiques organisées par des groupements populaires.

Aux États-Unis également, la contestation de la "technologie" pour des motifs de sécurité ou de protection de l'environnement et de la qualité de vie se manifeste aussi dans la rue mais elle peut désormais s'exprimer dans l'institution parlementaire même, par le biais de l'"Office of Technology Assessment".

En somme, et quelles que soient les formules utilisées, force est de constater qu'aujourd'hui la technologie, pour progresser, doit savoir composer avec de multiples contraintes de tous ordres.

2. L'ÉVOLUTION CONSÉCUTIVE DU RÔLE DE L'INGÉNIEUR

Aujourd'hui comme hier, ces contraintes ne peuvent qu'apporter, au sein de la profession, des transformations profondes. L'Ordre des ingénieurs, dont de nombreux membres sont impliqués dans de grands travaux hydrauliques et de voirie, d'usines et de systèmes technologiques, tant ici qu'à l'étranger, a senti le besoin, depuis plusieurs années déjà, d'exprimer publiquement ce point de vue par des mémoires sur des sujets d'actualité aussi variés que le défi technologique, le développement de l'industrie minière, la recherche scientifique, la productivité, la politique énergétique, la santé et la sécurité des travailleurs, l'assistance gouvernementale aux PME, la politique économique du Québec et l'évolution du climat social.

On peut donc présumer qu'il partage à ce sujet les inquiétudes soulevées par de nombreux articles de revues sur la capacité des ingénieurs de communiquer avec les autres groupes sociaux intéressés par leurs projets

et aussi sur l'absence relative d'ingénieurs aux échelons supérieurs des administrations gouvernementales et au niveau politique; une situation qui aurait pour effet, selon les auteurs, non seulement d'aggraver l'incompréhension mais aussi de rendre aléatoires les grandes décisions de développement technologique dont peut dépendre, à long terme, le bien-être d'un pays ou même de l'humanité.

Tout en admettant que l'adaptation nécessaire de la profession d'ingénieur se fera par la force des choses autant qu'en fonction d'idées préconçues, nous croyons néanmoins nécessaire, après une première réflexion, d'inciter les ingénieurs à prévoir des transformations dans trois domaines qui intéressent particulièrement l'Office des professions, soit la formation professionnelle, le champ d'exercice de la profession, l'éthique professionnelle.

2.1 La préparation de l'ingénieur: sa formation

En matière de formation professionnelle, l'influence grandissante des sphères culturelle, sociale et politique sur le développement de la technologie doit amener tout naturellement une pénétration graduelle des disciplines d'humanité et de sciences sociales dans les programmes d'ingénierie.

Certains auteurs prévoient déjà une diminution de l'insistance relative sur les sciences de base au profit d'une plus grande intégration des sciences humaines et sociales. Jusqu'à présent, on ne peut guère parler que d'une juxtaposition de ces matières à celles déjà inscrites aux programmes de génie.

Des expériences indiquent, cependant, que si une telle intégration est réalisable via une méthode d'enseignement axée sur des projets, elle implique par contre que l'on sacrifie le découpage traditionnel des matières et des spécialités et que l'on réduise l'importance accordée aux

sciences de base. Jusqu'à un certain point, des programmes comme le génie unifié, instauré récemment au Québec, témoignent à leur manière d'une nouvelle souplesse en regroupant les spécialités traditionnelles dans une perspective généraliste.

Ce qui paraît essentiel, tout au moins dans l'optique nouvelle, ce serait de dépasser la notion des coefficients de sécurité techniques pour rejoindre celle de "coefficients de sécurité sociaux", si l'on peut désigner ainsi des précautions qui tiendraient compte des impacts, des risques et des répercussions qui peuvent résulter d'un usage normal de la technologie ou encore de circonstances accidentelles.

Chacun sait qu'il serait illusoire de vouloir atteindre une sécurité parfaite et aussi que les méthodes pour analyser, évaluer ou "gérer" les risques demeurent fort problématiques, mais il n'en demeure pas moins que les risques sociaux constituent une contrainte véritable pour le développement technologique.(1)

Peut-être suffirait-il que les ingénieurs, quant à eux, soient sensibilisés à l'existence et à la nature des phénomènes sociaux, culturels et politiques, qu'ils puissent apprécier l'apport d'autres disciplines aux projets qui les intéressent et qu'ils cultivent leur faculté de collaborer avec d'autres spécialistes et professionnels, selon les besoins.

Signalons à ce propos que la théorie des systèmes, dont le parachèvement fut réalisé en grande partie par les ingénieurs, offre déjà des concepts qui sont maintenant communs à plusieurs disciplines et qui pourraient ainsi aider à décloisonner les tâches respectives.

---

(1) Professeur I.I. Rabi, dans Gouvernement, science et technique - Le crépuscule des dieux, Agence internationale de l'énergie atomique, Bulletin, Vol. 21, numéro 5, page 64: "Pourtant, il n'y a jamais eu de technologie - ni même de technique ou de métier - qui n'ait présenté de danger; en lisant l'histoire des cathédrales européennes, on s'aperçoit que pendant longtemps - jusqu'à ce qu'on ait perfectionné les techniques d'architecture - elles s'effondraient fréquemment et aujourd'hui des accidents de chemin de fer ou d'avion causent encore de nombreuses morts. Je ne prétends pas qu'il ne faille pas prendre toutes les précautions, mais il faut bien se rendre compte que, au fil des ans, tout progrès technique a presque toujours eu des aspects négatifs. L'acceptation ou le refus du progrès technique dépend entièrement de la qualité de la civilisation en cause - de son audace et de son dynamisme".

Bien que la pratique ait déjà forcé beaucoup d'ingénieurs à s'adapter à ces changements, comme à bien d'autres aussi, sans qu'ils aient bénéficié de programmes de formation appropriés, il paraît certain que la formation initiale et les activités de formation continue, ont, en ce domaine, un rôle nécessaire que les membres de l'Ordre des ingénieurs ont d'ailleurs reconnu lors d'un récent sondage.

2.2 L'exercice de l'ingénierie

2.2.1 Le champ d'exercice

En ce qui concerne le champ d'exercice, on peut prévoir que des rajustements deviendront éventuellement nécessaires dans les lois qui définissent le champ d'exercice de la profession d'ingénieur. Il est vrai de dire, généralement, que les anciennes frontières entre les professions tendent à se modifier, voire même à s'estomper, et que les collaborations interprofessionnelles s'instaurent et se généralisent. Mais cela est particulièrement vrai de la profession d'ingénieur.

Ainsi, une étude très récente commandée par le Comité sur l'organisation des professions de l'Ontario (1) a démontré que les professions d'ingénieur et d'architecte se recoupent et se compénètrent largement dans tout le domaine de la construction d'édifices. Ces professionnels se côtoient dans les mêmes bureaux d'études où, d'ailleurs, ils confient des tâches de plus en plus complexes ou spécialisées à des techniciens ou à d'autres catégories de professionnels. Demain, peut-être, verra-t-on, dans ces mêmes bureaux, l'intégration véritable des biologistes, des sociologues et des psychologues appelés à participer à la conception et à la réalisation d'un même projet.

---

(1) Ministry of the Attorney General, April 1980, The Report of the professional Organization Committee.

En fait, tout cela se pratique déjà, semble-t-il, lorsqu'il y a lieu de procéder à l'étude des risques, des impacts et des répercussions de projets sur l'environnement, sur la population d'un quartier ou sur les ouvriers d'une usine projetée. Mais il s'agit encore, le plus souvent, davantage d'une juxtaposition de travaux disciplinaires que d'un travail vraiment interdisciplinaire.

Quoi qu'il en soit, il apparaît de plus en plus difficile de définir correctement, en tenant compte à la fois de la réalité concrète et des tendances évolutives, ce que nous avons appelé les "coefficients de sécurité sociaux". Ces derniers se modifient, constatons-le, mais leur importance ne diminue pas pour autant, bien au contraire. Il faudrait donc déployer des efforts rigoureux afin de définir les risques que peut encourir le public et les moyens efficaces de le protéger. Pour cela, il faut faire preuve de souplesse dans la conception que l'on se fait du champ d'exercice professionnel.

2.2.2 L'éthique professionnelle[1]

En matière d'éthique, les questions soulevées depuis la célèbre affaire Oppenheimer, qui illustrait l'objection de conscience posée par un scientifique engagé dans un processus de développement technologique, en l'occurrence celui de la bombe à hydrogène, n'ont cessé de s'amplifier au sein même de la communauté scientifique. Elles sont maintenant reprises sur un ton plus contestataire par de nombreux groupes sociaux. Jusqu'à quel point les scientifiques et les pionniers de la technologie sont-ils responsables des conséquences morales et sociales de leurs découvertes et de l'exploitation qui en est faite par d'autres? Peuvent-ils se contenter d'être des instruments dociles au service d'autres décideurs? Ne doivent-ils pas avertir le public des risques et des dangers dont ils sont, parfois, seuls conscients? Jusqu'où, enfin, doit aller leur désintéressement?

---

(1) Professeur I.I. Rabi, op. cit., page 65: "Nombre de personnes dans nombre de pays prendraient volontiers le contrôle de la science, non pas en l'apprenant mais en disertant sur la responsabilité éthique du savant. Il y a des ministres qui n'ont aucune idée de ce qu'est la science mais qui savent tout de l'éthique et vous diront ce que vous pouvez ou ne pouvez pas faire en recherche biologique par exemple".

Ces questions intéressent tout à la fois les scientifiques et les ingénieurs. Selon nous, il devient pressant de développer des règles d'éthique sociale adéquates dont dépendra de plus en plus le degré de confiance que les citoyens leur accorderont.

L'Ordre des ingénieurs a commencé à réagir en ce sens, tel qu'en fait foi l'article 2.01 de son Code de déontologie qui se lit ainsi:

> "2.01 Dans tous les aspects de son travail, l'ingénieur doit respecter ses obligations envers l'homme et tenir compte des conséquences de l'exécution de ses travaux sur l'environnement et sur la vie, la santé et la propriété de toute personne".

Conclusion

L'espoir d'un progrès certain grâce à l'accroissement du pouvoir matériel de l'homme réside dans la découverte d'un sens à la dynamique technologique. Des forces majeures de nature socio-politique existent actuellement dans nos sociétés occidentales qui tendent à modifier les processus de développement technologique de manière à ce que son évolution soit davantage soumise à la volonté des citoyens et davantage dominée par l'idée d'une technologie humanisée, ou "appropriée".

On peut par conséquent prévoir que la décennie qui commence sera marquée par des changements affectant la profession d'ingénieur autant dans les fonctions qui la caractérisent que dans la formation qui y prépare et que ceux-ci seront au moins aussi profonds que les changements qui ont marqué les décennies précédentes. C'est dans la polyvalence, semble-t-il, que devra se concevoir le rôle de l'ingénieur, comme c'est dans la collégialité qu'il devra s'exercer. Moyennant cela, les forces

créatrices de l'homme s'ordonneront d'elles-mêmes autour d'un centre commun et s'articuleront harmonieusement à la nature et à l'homme.

Une métaphore empruntée encore à Heisenberg rendra cette conclusion peut-être plus évidente:

> "Par cet accroissement apparemment illimité du pouvoir matériel, l'humanité se trouve dans la situation d'un capitaine dont le bateau serait construit avec une si grande quantité d'acier et de fer que la boussole de son compas, au lieu d'indiquer le Nord, ne s'orienterait que vers la masse de fer du bateau. Un tel bateau n'arriverait plus nulle part; livré au vent et au courant, tout ce qu'il peut faire, c'est de tourner en rond. Mais revenons à la situation de la physique moderne; à vrai dire, le danger existe tant que le capitaine ignore que son compas ne réagit plus à la force magnétique de la terre. Au moment où il le comprend, le danger est déjà à moitié écarté". (1) (2)

Heureusement, ils sont nombreux ceux qui, chez les ingénieurs et chez les citoyens, ont pris conscience des changements profonds dans les conditions du développement technologique et de la dépendance accrue de celui-ci par rapport aux contraintes sociales et politiques.

---

(1) Déjà cité, page 35.

(2) Professeur I.I. Rabi, op. déjà cité, affirme dans le même sens: "J'ai le sentiment que nous nous trouvons aujourd'hui dans un véhicule très puissant qui déraille parfois".